



신선편의 양파(*Allium cepa* L.)의 유통기한 연장연구

이경혜* · 김동호¹

*동남보건대학 식품생명과학과, ¹떡볶이연구소

A study on the shelf-life extension of fresh-cut onion (*Allium cepa* L.)

Kyoung-Hae Lee* and Dong-Ho Kim¹

*Dept. of Food Science & Biotechnology, Dongnam Health University, ¹Topokki Food Research Institute
(Received October 26, 2009/Revised October 30, 2009/Accepted November 2, 2009)

ABSTRACT - Peeled whole onions (PWO) were cleaned at various hypochlorous acid (HA) concentration and steeping time and packed in LDPE bag keeping at 10°C for 12 days and 35°C for 3 days, in order eventually to examine microbiology, surface color and sensory quality. At the early stage of storage, it was found that total bacterial counts at H-II keeping at 10°C after 1 minute steeping were 2.60 ± 0.18 log CFU/g, and those after 3 minutes steeping were 2.10 ± 0.18 log CFU/g which showed less than the control. The total bacterial counts at H-III were detected after 4 days. The total bacterial counts of PWO treated HA increased as steeping time became longer, HA concentration increased, and storage temperature went down. *E. coli* was not detected at all treatments. It was also found that during the treatment the L-value showed decreasing trend, but the parameter a- and b- value showed increasing trend. But these trends were mitigated as HA concentration increased. The result of sensory quality evaluation for the appearance showed that the sample stored with 10°C gained higher evaluation than that with 10°C, while the control and H-III gained highest points significantly ($p < 0.05$) for the sample keeping at 10°C after 12 days storage. The sensory odor of onion showed similar to that for the appearance, and the 8-day treatments of H-II and H-III showed no significantly difference ($p < 0.05$). On the basis of the results above, it is likely to be more effective to prolong the period of circulation of PWO if you use HA over 50 ppm for washing PWO and storage at 10°C. This study will contribute to improve safety and quality in circulation of PWO.

Key words: Peeled whole onions (PWO), hydrochlorous acid (HA), safety, sensory quality

신선편의 채소(fresh-cut processed vegetable, FCPV)는 채소류를 박피, 절단, 분할, 세척 등과 같이 가공처리를 최소화한 형태로 즉시 소비할 수 있는 편의식품으로 수요가 증가되고 있다¹⁻³⁾. 그러나 최소한의 가공처리한 신선편의 채소류는 공정 중 대사작용과 미생물 번식 등으로 인한 품질변화로 유통기한(shelf-life)이 짧다⁴⁻⁸⁾. 신선편의 채소(FCPV)에 대한 대표적인 미생물 제어방법으로는 냉각수 이용방법, 오존(O₃)처리법, 자외선과 방사선 조사 및 이산화염소와 같은 산화력이 강한 화학 살균제를 수세공정에 이용한 방법 등이 있다⁹⁻¹³⁾. 수세공정은 1차 수세와 2차 수세의 2단계로 구분되며, 1차 수세는 원료 채소에 묻어 있는 이물질을 제거하는 것이고, 2차 수세는 살균처리수를 사

용하는 것이다¹⁴⁾. 이러한 FCPV에 대한 살균소독제에 관한 연구는 다양하게 진행되고는 있으나, 일반 표준화 모델이 미비한 실정이다.

전해산화수(electrolyzed oxidizing water, EOW)는 묽은 NaCl용액을 전기분해방법으로 electrochemical cell에 통과시켜 염소이온과 물분자를 산화시켜 Cl₂, ClO, HOCl 등을 얻는 것으로 채소류 수세공정에 사용된다¹⁵⁾. pH 6.5부근 전해산화수의 HOCl 농도는 96% 이상이 일반적이며, 이의 미생물 살균력은 보고한 바 있다^{16,17)}. 차아염소산수(hypochlorous acid water, HAW)에 대한 미생물의 살균효과는 HAW가 미생물의 세포막으로 침투되어 세포내 산화반응 등을 일으켜 세포막이 파괴되어 살균효과를 나타낸다¹⁵⁾. 또한 HAW는 다른 염소계 살균제에 비하여 염소가스 발생으로 인한 인체에 대한 피해를 최소화 할 수 있다고 보고되었다¹⁶⁾. 전해산화수(EOW)는 가격이 저렴한 뿐만 아니라, 높은 항균활성으로 가공류, 상추 등에 적용되어 *Esterichia coli* 0157: H7, *Salmonella*, *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes*

*Correspondence to: Kyoung Hae Lee, Dept. of Food Science & Biotechnology, Dongnam Health University, Suwon 440-714, Korea
Tel: 82-31-249-6433, Fax: 82-31-249-6430
E-mail: khlee@dongnam.ac.kr

등에 대한 살균효과가 보고된 바 있다¹⁸⁻²⁰⁾.

HAW는 식품가공용 장치살균에 이용될 뿐만 아니라, 이를 이용하여 조류인플루엔자(avian influenza)와 노로바이러스(norovirus)에 대한 살균효과 연구가 진행되고 있다²¹⁻²⁴⁾. HAW에 대한 식품첨가물의 사용기준 및 규격은 한국식품의약품안전청(KFDA) 제 2007-74로 고시되었고, 미국 FDA 간접 식품첨가물 No.178.1010로 인증되었다. 국내에서는 이와 관련된 채소 적용 연구로는 당근이 선행되었으나, 아직까지 미흡한 상태이다²⁵⁾. 신선편의 채소(FCPV) 가공 중의 수세공정에서 초기 미생물을 제거할 수 있는 안전하고 효과적인 살균 소독 방법이 필요하다.

그러나, 신선편의 채소류에 대한 소비가 증가하고 있지만, 채소류 안전성에 대한 보장 및 유통되고 있는 신선편의 채소류의 저장 온도에 따른 품질변화와 저장기간 동안 미생물 증식 및 부패에 관한 연구 자료는 미흡한 실정이다.

양파(*Allium cepa* L.)는 백합과 파속에 속하는 내한성 다년생 식물로 독특한 향과 맛으로 전 세계에서 가장 많이 이용되는 향신·조미채소이다. 양파에는 allyl propyl disulfide와 같은 황합유화합물과 퀘르세틴(querceetin)과 같은 플라보노이드류(flavonoids) 등의 기능성 생리활성물질이 함유되어 있어 콜레스테롤치 저하²⁶⁾, 항혈전성²⁷⁾, 항산화작용^{28,29)}, 알러지 반응억제³⁰⁾, 발암물질의 활성감소와 암세포 효소작용저해와 같은 항암작용³¹⁾ 등의 효과가 보고된 바 있다.

일반적으로 양파는 수확 후 그물망에 담아 상온에서 유통되거나, 박피 등과 같은 최소한의 가공처리 후 포장하여 저온유통 판매되고 있다. 따라서 본 연구에서는 신선편의 양파에 대한 유통기한을 연장하기 위하여 세척공정에 HA 농도, 침지시간 및 저장온도 별로 처리하여 미생물 및 품질특성 등을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용한 양파(*Allium cepa* L.)는 2008년 무안에서 재배 수확된 것을 구입하였으며, 가공처리 전까지 4°C의 저장고에 보관하여 원료로 사용하였다. 양파는 정선, 선별하여 표면에 상처가 없이 매끈한 것을 택하여, 상단 엽부와 하단 근부를 절단하여 제거한 후 박피하여 백색의 과육부를 시료로 사용하였다.

살균처리 및 저장

백색의 과육부만 남긴 박피 알양파(PWO)는 흐르는 물로 3분간 세척한 후 차아염소산수로 살균처리하였다. 이때 산화환원전위차(oxidation-reduction potential)는 800~1,000 mV이고 pH 6.5인 미산성 차아염소산 발생기(MS-4000S, Soosan E&C Co. Korea)를 사용하여 차아염소산(hypochlorous

acid, HA) 농도 0 ppm(대조구, H-0), 30 ppm(H-I), 50 ppm(H-II), 100 ppm(H-III)의 농도별로 1분과 3분간 각각 침지시킨 후 수분차단성이 우수한 LDPE (low-density polyethylene) bag에 포장하여 10°C와 35°C의 저장고(Lab house BI-150, Korea)에 각각 저장하여 공시재료로 사용하였다. 10°C 조건에서 저장한 대조구와 처리구는 저장기간 중 4일 간격으로, 35°C 조건에서는 1일 간격으로 시료를 채취하여 미생물 및 품질특성을 조사하였다.

미생물 분석

백색의 과육부인 PWO를 수세한 후 농도별 차아염소산(HA)으로 침지시간을 1분과 3분으로 처리하여 저장온도 10°C와 35°C 각각의 총균수와 대장균의 변화를 살펴보았다. PWO의 미생물 분석은 실험구 별로 멸균팩에 시료를 채취하여 멸균한 믹서(GP-2003, SG Electronic, Korea)로 잘게 분쇄한 후 20 g의 PWO를 180 mL의 0.1% 펩톤수(pH 7.4)를 가한 후 균질기(bag mixer, Seward Medical, UK)를 이용하여 260 rpm으로 90초간 처리한 후 단계 희석하였다. 총균수는 plate count agar (PCA, Difco Co., Detroit, U.S.A.)를 사용하여 37°C에서 36시간 배양하여 계수하였다. 대장균은 Petrifilm (3M Petrifilm™, St. Paul, USA)을 사용하여 36°C에서 26시간 배양한 후 청색 기포를 형성한 집락을 계수하여서 시료 1 g당 colony forming unit (CFU)로 나타내었다³²⁾.

색도 측정

백색의 과육부인 PWO의 표면색은 농도별 HA로 3분간 처리한 후 10°C에서 저장하면서 4일 간격으로, 35°C에서 저장하면서 1일 간격으로 시료를 채취하여 Color Difference Meter(Ultrascan PRO, Hunterlab, U.S.A)를 사용하여 L(명도, black 0 to light 100), a(적색도, red 60 to green -60, b(황색도, yellow 60 to blue -60), ΔE (total color difference, 총색차, $\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$)로 나타내었으며, 측정값은 각각 3회 측정된 수치를 평균한 값으로 하였다. 이때 표준백판(L = 95.28, a = -0.97, b = 0.28)으로 보정하여 표면색을 측정하였다.

관능검사

농도별 HA로 3분간 처리한 백색 과육부만 남긴 PWO를 10°C와 35°C에서 각각 저장하면서 일정한간격으로 채취한 무처리구와 처리구별 시료에 대한 관능검사를 실시하였다. 평가항목으로 외관, 알양파 특유의 향, 색, 조직감을 7점 평점법으로 측정하였다³³⁾. 관능검사원 선발은 3점 검사법으로 양파의 색, 외관 등에 대한 차이식별 능력이 우수한 15명을 패널로 선정하여 총 3회에 걸쳐 훈련시킨 후 관능검사를 실시하였다.

통계분석

모든 실험은 최소 3회 반복 측정한 평균치로 나타내었고, 통계분석은 SAS (Statistical Analytical System) 프로그램을 사용하여 Duncan의 다중검정법으로 시료간의 유의성 검정은 $p < 0.05$ 수준에서 실시하였다³⁴⁾.

결과 및 고찰

미생물의 변화

HA 농도별 침지시간별로 처리한 백색의 과육부인 PWO를 10°C에서 저장하여 4일 간격으로 저장기간에 따른 총균수의 변화는 Fig. 1에, 35°C에서 저장하여 1일 간격으로 측정한 총균수의 변화는 Fig. 2와 같다.

10°C 저장조건에서 저장초기 총균수의 경우, 대조구 H-0는 3.58 ± 0.15 log CFU/g이었고, 1분간 처리한 처리구 H-II는 2.60 ± 0.18 log CFU/g이었으며, 3분간 처리한 경우 2.10 ± 0.18 log CFU/g이었다. HA 100 ppm으로 처리한 H-III의 총균수는, 침지시간 1분 처리구에서는 1.15 ± 0.11 log CFU/g

을 나타냈고, 3분 처리구는 저장 4일부터 검출되었다. 10°C에서 저장기간 12일차의 처리구 H-III에서는 대조구 H-0에 비하여 침지시간 1분과 3분의 경우, 각각 1.45 log CFU/g, 2.58 log CFU/g로 적게 나타났다.

35°C저장조건에서 침지시간 1분 처리한 대조구 H-0은 7.38 ± 0.28 log CFU/g이었고, 처리구 H-II와 H-III는 5.35 ± 0.13 log CFU/g, 4.40 ± 0.21 log CFU/g로 균수는 적은 폭으로 증가함을 보였다. 35°C에서는 저장기간 2일 경과한 경우 대조구 H-0과 비교하여 침지시간 1분과 3분의 경우 0.03 log CFU/g, 0.09 log CFU/g로 적게 나타났다.

따라서, HA로 처리한 POW의 저장기간 중 대장균군의 경우 침지시간이 길수록, 차아염소산 농도가 증가할수록, 저장온도가 낮을수록 적은 폭으로 증가함을 알 수 있었다.

그러나 *E. coli*를 분석한 결과, 대조구 H-0과 전 처리구에서 검출되지 않았으며, 불검출의 한계는 10^1 CFU/g미만으로 하였다. 이는 Lee와 Lim²⁵⁾에 의한 최소가공 당근의 연구와 유사함을 보였고, Rosen 등³⁵⁾에 의한 HA의 *E. coli* 억제 효과로도 입증된 바 있다.

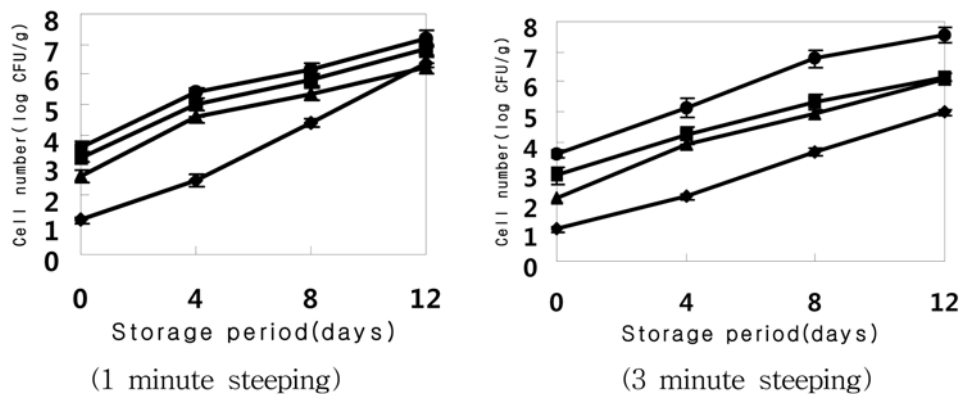


Fig. 1. Changes in total aerobic bacteria of the onion treated in steeping with various concentration of hypochlorous acid during storage at 10°C. (●-●: H-0, ■-■: H-I, ▲-▲: H-II, ◆-◆: H-III)

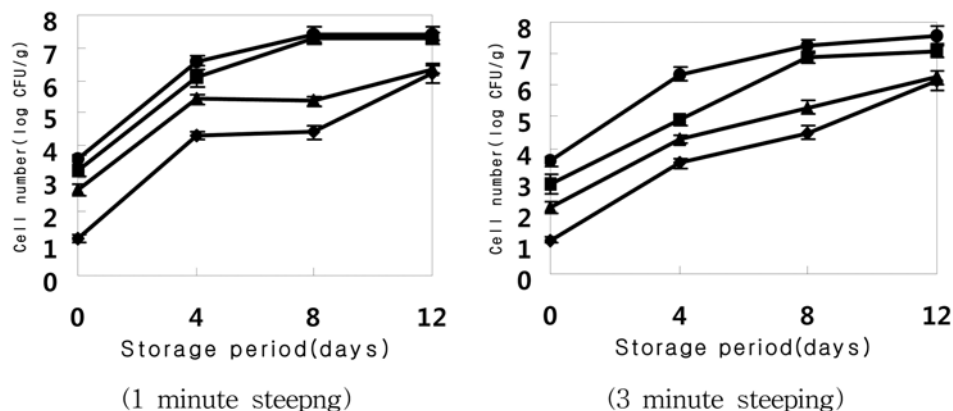


Fig. 2. Changes in total aerobic bacteria of the onion treated in steeping with various concentration of hypochlorous acid during storage at 35°C. (●-●: H-0, ■-■: H-I, ▲-▲: H-II, ◆-◆: H-III)

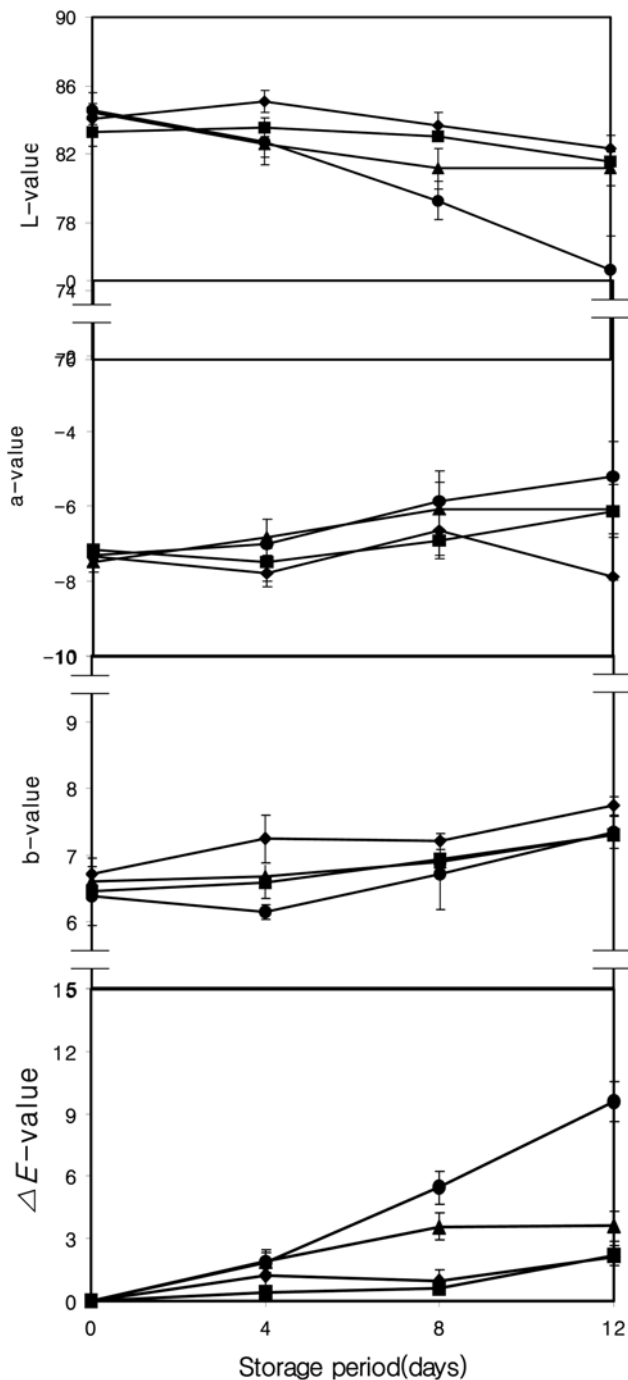


Fig. 3. Changes in color of the onion treated in 3 minute steeping with various concentration of hypochlorous acid during storage at 10°C. (●-● : H-0, ■-■ : H-I, ▲-▲ : H-II, ◆-◆ : H-III)

색도 변화

백색의 과육부인 PWO를 농도별 HA로 3분간 처리한 후 10°C와 35°C 저장온도별 저장기간에 따른 표면색의 변화는 Fig. 1과 Fig. 2와 같다.

L값은 HA 농도가 증가할수록 저장기간이 증가할수록 대조구와 모든 처리구에서 감소하였고, HA의 농도가 증

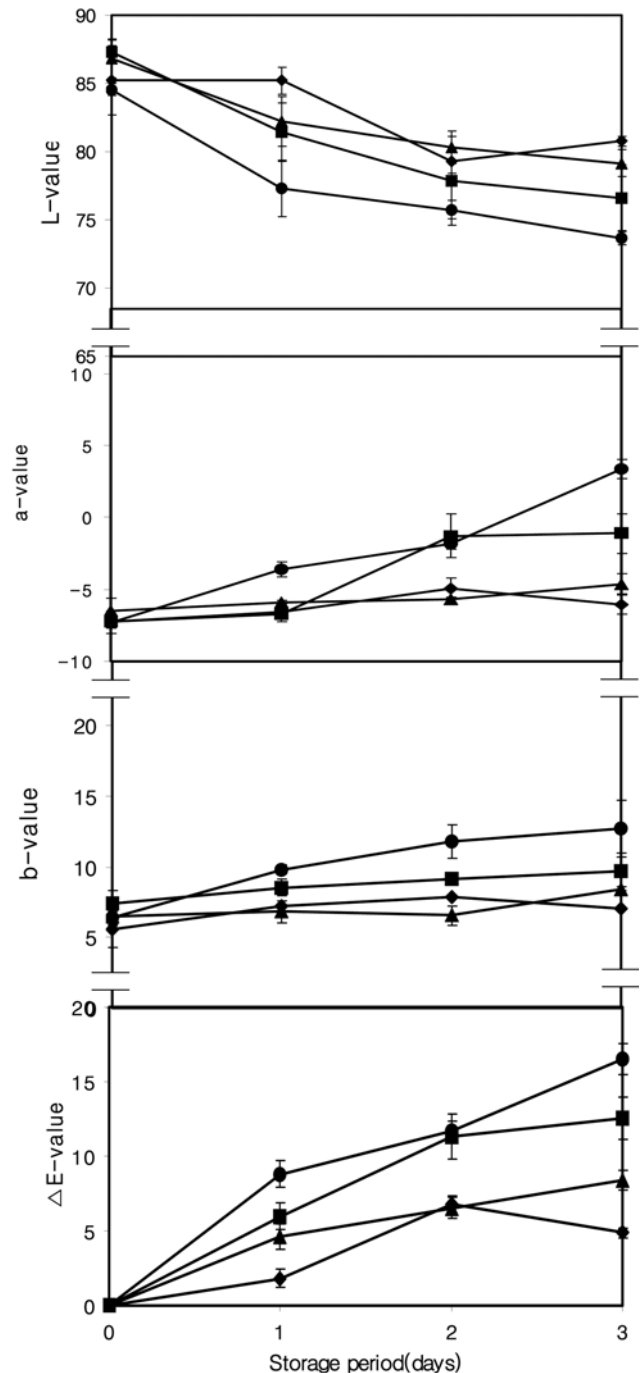


Fig. 4. Changes in color of the onion treated in 3 minute steeping with various concentration of hypochlorous acid during storage at 35°C. (●-● : H-0, ■-■ : H-I, ▲-▲ : H-II, ◆-◆ : H-III)

가할수록 감소폭이 적게 나타났으며, 저장온도가 높은 조건에서는 그 감소폭이 크게 나타났다. 저장온도 10°C조건에서 HA로 처리한 후 저장 12일차에도 대조구 H-0과 처리구 H-I, H-II간에는 유의적인 차이를 보이지 않았으나, HA 100 ppm으로 처리한 처리구 H-III는 대조구 H-0과 유의적 차이를 나타냈다($p < 0.05$). 또한 처리구 H-III의 L값

은 저장일수가 증가할수록 저장초기와 비교한 결과, 10°C 조건에서는 저장 8일차, 35°C 조건에서는 저장 2일차부터 5%의 유의수준에서 유의적인 차이를 나타냈다. Han³⁶⁾은 과채류에 처리한 이산화염소가스(ClO_2)는 탈색을 야기할 수 있다고 하였다. L값의 저하는 Hong 등³⁷⁾의 연구와 일치함을 보였다. 이는 양파의 엽부와 근부의 제거로 인하여 세포조직 내의 체액이 유출 및 효소반응으로 인하여 변색되었음을 알 수 있었다.

저장기간이 증가할수록 a값은 증가하였으나 그 증가폭은 적게 나타났으며, 10°C와 35°C 각각의 저장조건에서 대조구 H-0은 저장초기부터 모든 처리구와 유의적인 차이를 보였다($p < 0.05$). 대조구 H-0의 a값 증가폭이 처리구에 비하여 크게 나타났으며, 저장온도가 높은 경우 그 증가폭이 현저히 높게 나타났다. 특히 높은 저장온도에서는 대조구 H-0의 a값은 저장초기부터 모든 처리구와 유의적인 차이를 보였으며, 저장 1일차부터 처리구와 비교하여 높은 수치를 보여, 변색이 이미 진행된 것으로 판단된다.

b-값은 저장기간이 경과할수록 증가하였고, 대조구 H-0와 모든 처리구에서 증가하였으며, 35°C 저장조건에서는 10°C조건에서 보다 증가폭이 높았으며, 10°C 저장조건에서는 저장 12일 차에 대조구 H-0는 저장초기와 저장 12일 차부터 유의적인 차이를 보였다. 10°C 저장조건에서 12일차 대조구 H-0의 b-값은 7.34 ± 0.24 로 처리구 H-III와의 차이가 아주 적었다. 35°C 조건에서 대조구 H-0의 b값은 저장 1일부터 유의적인 차이를 나타냈으며, 처리구 H-III의 저장 2일차의 수치가 10°C에서 처리구 12일차와 차이가

0.12정도로 적게 평가되었다.

총색차 ΔE 는 저장기간이 증가할수록 대조구 H-0와 처리구간에 차이를 나타내어, HA 농도가 높을수록 그 차가 적게 나타났다. 특히 10°C 조건에서 HA 100 ppm으로 처리한 처리구 H-III는 저장 12일 동안 다른 처리구에서 보다 총색차는 가장 낮은 수치를 나타냈다. 또한 높은 저장온도에서의 총색차는 크게 나타났으며, 이는 저장기간이 지날수록 변색 및 부패가 진행되었기 때문으로 판단된다.

10°C 저장조건에서 저장기간 동안 각각의 저장기간 경과 후 대조구와 처리구간에서 전체적인 PWO의 변색정도는 미생물에 의한 부패 등의 품질인자에 비하여 육안으로 확연히 구분될 정도의 수준은 아니었으며, 그 변화 폭은 처리구에서 HA 처리 농도가 증가할수록 적게 나타났다. 그러나 35°C의 저장온도에서는 a값과 b값의 증가폭이 10°C 조건에서의 대조구와 처리구보다 크게 나타났으며, 이는 35°C에서 4일간 저장하면서 미생물에 의한 변식으로 부패가 활발히 진행된 것으로 판단된다. HA로 처리한 PWO의 L, a, b값으로 나타낸 색도의 변화는 오존수 처리 및 차아염소산으로 처리한 당근의 경우와는 상반된 경향을 나타냈다^{14,25)}. 이는 채소류 고유의 색의 특성에 따른 것임을 알 수 있었다.

관능적 품질의 변화

신선편의 PWO를 세척단계에서 HA 농도별로 3분간 처리하여 10°C에서 저장하면서 저장초기 0일, 4일, 8일, 12일차에 7점 평점법으로 관능적 품질특성을 살펴본 결과는

Table 1. Sensory characteristics in the onion treated in 3 minute steeping with various concentration of hypochlorous acid during storage at 10°C.

Treatment	Storage period(days)	H-0	H-I	H-II	H-III
Appearance	0	5.62 ± 0.65^{aA}	5.29 ± 0.92^{aA}	5.40 ± 0.85^{bA}	5.49 ± 1.03^A
	4	5.33 ± 0.75^{aAB}	5.00 ± 0.41^{aB}	5.54 ± 0.50^{abA}	5.62 ± 0.51^{bA}
	8	4.13 ± 0.95^{bB}	4.31 ± 0.63^{bB}	5.69 ± 0.48^{abA}	5.92 ± 0.49^{abA}
	12	4.04 ± 0.88^{bC}	5.38 ± 0.51^{aB}	6.08 ± 0.28^{aA}	6.13 ± 0.38^{aA}
Odor	0	5.62 ± 0.51^{aA}	5.03 ± 0.80^{bA}	5.11 ± 0.97^{bA}	4.91 ± 0.95^{bA}
	4	4.96 ± 0.71^{bB}	5.07 ± 0.26^{bAB}	5.31 ± 0.63^{bAB}	5.53 ± 0.51^{abA}
	8	4.80 ± 0.71^{bC}	5.13 ± 0.35^{abBC}	5.46 ± 0.52^{abAB}	5.69 ± 0.64^{aA}
	12	4.28 ± 1.01^{bB}	5.62 ± 0.51^{aA}	5.92 ± 0.49^{aA}	6.14 ± 0.62^{aA}
Color	0	6.67 ± 0.83^{aA}	5.04 ± 0.84^{bB}	5.14 ± 0.95^{aB}	4.85 ± 0.72^{bB}
	4	6.29 ± 0.90^{aA}	5.23 ± 0.44^{abB}	5.17 ± 0.36^{abB}	5.38 ± 0.51^{abB}
	8	5.01 ± 0.90^{bA}	4.92 ± 0.27^{bB}	5.43 ± 0.52^{aA}	5.54 ± 0.66^{abA}
	12	4.88 ± 0.52^{bB}	5.54 ± 0.51^{aA}	5.54 ± 0.52^{aA}	5.85 ± 0.55^{aA}
Texture	0	5.46 ± 0.66^{aA}	4.95 ± 0.67^{bA}	4.82 ± 0.81^{bA}	4.69 ± 0.95^{bA}
	4	5.05 ± 0.77^{abAB}	4.85 ± 0.38^{bA}	5.31 ± 0.48^{abA}	5.21 ± 0.42^{bA}
	8	4.65 ± 0.75^{bcB}	5.15 ± 0.38^{abA}	5.38 ± 0.51^{abA}	5.54 ± 0.66^{abA}
	12	4.11 ± 0.72^{cB}	5.69 ± 0.48^{aA}	5.85 ± 0.80^{aA}	5.90 ± 0.63^{aA}

Rating scale : 1(very bad or very weak) to 7 (very good or very strong)

^{a-c}Means in the same column bearing different superscript are significantly different ($p < 0.05$).

^{A-C}Means in the same row bearing different superscript are significantly different ($p < 0.05$).

Table 2. Sensory characteristics in the onion treated in 3 minute steeping with various concentration of hypochlorous acid during storage at 35°C.

Treatment	Storage period(days)	H-0	H-I	H-II	H-III
Appearance	0	6.08 ± 0.28 ^{aA}	6.00 ± 0.58 ^{aA}	5.92 ± 0.49 ^{aA}	4.08 ± 0.95 ^{bB}
	1	6.00 ± 0.49 ^{aA}	5.77 ± 0.60 ^{aBA}	5.03 ± 0.44 ^{bB}	4.17 ± 0.95 ^{bC}
	2	5.31 ± 0.48 ^{bA}	5.15 ± 0.90 ^{bA}	5.23 ± 0.44 ^{bA}	5.27 ± 0.86 ^{aA}
	3	5.46 ± 1.13 ^{bA}	5.38 ± 1.12 ^{bA}	5.15 ± 1.34 ^{bA}	5.59 ± 0.79 ^{aA}
Odor	0	6.62 ± 0.51 ^{aA}	6.31 ± 0.48 ^{aAB}	5.85 ± 0.55 ^{aB}	4.31 ± 1.03 ^{bC}
	1	6.69 ± 0.85 ^{aA}	6.08 ± 0.64 ^{aB}	5.62 ± 0.65 ^{aBB}	4.96 ± 0.86 ^{bC}
	2	4.92 ± 0.49 ^{bA}	5.08 ± 0.64 ^{aA}	5.23 ± 0.44 ^{bA}	5.03 ± 0.75 ^{bA}
	3	4.85 ± 1.14 ^{bA}	5.08 ± 0.95 ^{aA}	5.00 ± 1.22 ^{bA}	5.05 ± 0.93 ^{aA}
Color	0	6.62 ± 0.58 ^{aA}	6.08 ± 0.49 ^{aB}	5.54 ± 0.52 ^{aC}	4.92 ± 0.49 ^{bD}
	1	6.54 ± 0.52 ^{aA}	5.85 ± 0.38 ^{aB}	5.23 ± 0.44 ^{bC}	5.16 ± 0.94 ^{bC}
	2	5.62 ± 0.65 ^{bB}	5.77 ± 0.60 ^{aAB}	4.92 ± 0.64 ^{bC}	6.29 ± 0.69 ^{aA}
	3	4.77 ± 1.36 ^{cB}	5.00 ± 1.58 ^{bB}	4.92 ± 0.86 ^{bB}	6.56 ± 0.90 ^{aA}
Texture	0	6.00 ± 0.58 ^{aA}	5.62 ± 0.51 ^{aA}	5.77 ± 0.60 ^{aA}	4.15 ± 0.69 ^{bB}
	1	6.46 ± 0.66 ^{aA}	5.77 ± 0.44 ^{aB}	5.85 ± 0.55 ^{aB}	4.68 ± 0.89 ^{bcC}
	2	6.38 ± 0.65 ^{aA}	5.54 ± 0.52 ^{abBC}	5.92 ± 0.28 ^{aAB}	5.11 ± 0.98 ^{abC}
	3	4.62 ± 1.26 ^{bA}	4.92 ± 1.38 ^{bA}	4.77 ± 1.17 ^{bA}	5.39 ± 0.63 ^{aA}

Rating scale : 1(very bad or very weak) to 7 (very good or very strong)

^{a-c}Means in the same column bearing different superscript are significantly different ($p < 0.05$).^{A-C}Means in the same row bearing different superscript are significantly different ($p < 0.05$).

Table 1과 같고, 동일한 조건으로 처리 후 35°C에서 저장하면서 1일 간격으로 관능적 품질을 분석한 결과는 Table 2와 같다.

저장초기의 외관은 10°C 저장조건에서 무처리구 H-0가 모든 처리구보다 높게 평가되었고, 저장일수가 증가할수록 낮게 평가되었으며, 저장초기와 저장 8일차부터 유의적인 차이를 보였다. 이는 HA 농도 30 ppm으로 처리한 처리구 H-I에서도 유사한 경향을 보였다. 그러나 HA 농도 100 ppm으로 처리한 H-III에서는 상반된 결과를 나타냈다.

양파 특유의 향인 odor는 저장초기 대조구 H-0은 5.62 ± 0.65 로 평가되었으며, 저장일수가 증가할수록 감소함을 보였다. 이는 높은 저장온도에서 부패가 진행되어 부패취가 형성된 것임을 알 수 있었다. 또한 대조구 H-0에 비하여 처리구에서는 HA농도가 증가할수록 그 수치는 유의적인 차이를 보이지 않을 정도의 적은 폭으로 감소하였다. 이는 HA 특유의 냄새가 저장초기에 잔존되어 있어 낮게 평가되었고, 저장기간이 길어짐에 따라 HA가 분해되어 관능적 odor 평가가 다소 증가된 것으로 판단된다.

색의 경우, 미생물 부패로 인한 인자에 비하여 육안으로 확연히 구분될 정도의 수준은 아니었으며, 그 변화 폭은 적게 나타났다. 저장온도가 높은 경우 Table 2에서와 같이 대조구 H-0과 처리구 H-I, H-II에서는 저장일수가 증가할수록 감소하는 경향을 보였으며, 처리구 H-III에서는 증가함을 보였다. 35°C 저장조건에서 양파특유의 색도 외관,

양파 특유의 향, 조직감과 같은 유사한 경향을 보였다. 대조구 H-0은 저장일수가 길어질수록 황변화, 부패 미생물의 번식으로 인한 이취발생 및 조직의 연화 등이 발생된 것으로 판단된다.

이상의 결과로 처리구 H-I과 H-II간에는 10°C 조건에서는 특유의 향, 색, 조직감에서는 저장기간 동안 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, 35°C 조건에서도 다소 차이는 있었지만 그 경향은 유사하였다. 따라서 HA의 농도별 처리된 PWO의 관능적 품질평가는 저장 중 저장온도에 의하여 영향을 받고, 미생물 증식으로 인한 PWO 부패취 생성 및 조직 연화 등에 의하여 영향을 받으므로 처리구 H-II를 10°C조건에서 저장하는 것이 가장 효과적인 것으로 판단되며, 이는 당근에서의 연구결과와도 일치함을 보였다²⁵⁾.

요 약

박피 알양파(PWO)를 HA 농도별 침지시간별로 각각 세척한 후 LDPE bag에 포장하여 10°C와 35°C에서 저장하여 미생물분석, 표면색 및 관능적 품질변화를 조사하였다. 저장초기 총균수의 경우 1분간 침지 후 10°C에서 저장한 처리구 H-II는 $2.60 \pm 0.18 \log \text{CFU/g}$ 이었고, 침지시간 3분으로 처리한 경우 $2.10 \pm 0.18 \log \text{CFU/g}$ 로 대조구에서 보다 적게 나타났다. 처리구 H-III의 총균수는 저장 4일부터 검출되었다. HA로 처리한 PWO의 저장기간 중 총균수의 경우 침지시간이 길수록, 차아염소산 농도가 증가할수록,

저장온도가 낮을수록 적은 폭으로 증가하였다. 모든 처리구에서 *E. coli*는 검출되지 않았다. 저장기간 중 모든 처리구의 L값은 감소하였고 a와 b값은 증가하였다. HA 처리농도가 증가할수록 L값의 감소폭과 a값과 b값의 증가폭은 적게 나타났다. 관능적 품질평가 결과, 외관은 35°C저장보다 10°C에서의 평가가 높게 나타났다. 10°C에서 저장 12일차의 관능적 품질평가 결과, 무처리구와 처리구 H-III의 외관평가는 유의적으로 가장 높게 나타났다($p < 0.05$). 양파특유의 향평가는 외관과 유사한 경향을 보였으며, 저장 8일차부터 처리구 H-II와 H-III간에는 유의적인 차이가 없었다($p < 0.05$). 이상의 결과를 종합해 볼 때 유통기한 연장을 위하여 PWO의 세척공정에 HA를 50 ppm 이상 사용하여 10°C에서 저장하는 것이 안전성 및 품질 향상에 효과적인 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 2008년도 동남보건대학 학술연구소 지원에 의하여 수행되었으며, 그 지원에 감사드립니다.

참고 문헌

1. Alzamora, S.M., Tapia, M.S. and Lopez-Malo, A.: Minimally processed fruits and vegetables : fundamental aspects and applications. Aspen Publishers Inc., Gaiterburg, MD, USA, pp. 1-62 (2000).
2. Kim, S.Y., Yoon, Y.B. and Choi, E.H.: Changes in quality of mixed juice of fruits and vegetables by aseptic treatment and packing with nitrogen gas during storage. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **32**, 1271-1277 (2000).
3. Lamikanra, O.: Fresh-cut fruits and vegetables : science, technology and markets. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp. 1-43 (2002).
4. Ohlsson, T.: Minimal processing preservation methods of the future, an overview. *Trends on Food Sci. Tech.*, **5**, 341-344 (1994).
5. Brecht, J.K.: Physiology of lightly processed fruits and vegetables. *Hort. Sci.*, **30**, 18-21 (1995).
6. Ahvenainen, R.: New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. *Trends on Food Sci. Tech.*, **7**, 179-186 (1996).
7. Beuchat, L.: Surface decontamination of fruits and vegetables eaten raw: A review, World Health Organization, Food Safety Unit (1998).
8. Zhang, S., Farber, J.M.: The effects of various disinfectants against *Listeria monocytogenes* on fresh-cut vegetables, *Food Microbiology*, **13**, 311-321 (1996).
9. Jeong, J.W., Kim, B.S., Kim, O.W., Nahmgung, B., and Lee, S.H.: Changes in quality of carrot during storage by hydro-cooling. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 841-849 (1996).
10. Kim, B.S., Jung, J.W., Jo, J.H. and Park, H.W.: Development of surface sterilization system for fresh leafy vegetables. E02303-0252. Korean Food Research Institute, Korea, p. 25 (2002).
11. No, S.Y.: Effect of lamp type ozone generator on inactivation of microorganism and product quality of *Angelica keiskei*. PhD thesis, Yonsei University, Seoul, Korea, pp. 5-15 (2003).
12. Ahvenainen, R.: New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. *Trends Food Sci. Technol.*, **7**, 179-187 (1996).
13. Costilow, R.N., Uebersax, M.A., Ward, P.J.: Use of chlorine dioxide for controlling microorganism during the handling and storage of fresh cucumbers, *J. Food Sci.*, **49**, 396-401 (1984).
14. Kim, J.G., Luo, Y. and Lim, C.I.: Effect of ozonated water and chlorine water wash on quality and microbial de-contamination of fresh-cut carrot shreds. *Korean J. Food Preserv.*, **14**, 54-60 (2007).
15. Liao, L.B., Chen, W.M., Xiao, X.M.: The generation and inactivation mechanism of oxidation-reduction potential of electrolyzed oxidizing water. *J. Food Eng.*, **78**, 1326-1332 (2007).
16. Guentzel, J.L., Lam, K.L., Callan, M.A., Emmons, S.A. and Dunham, V.L.: Reduction of bacteria on spinach, lettuce and surfaces in food service areas using neutral electrolyzed oxidizing water. *Food Microbiology*, **25**, 36-41 (2008).
17. McKenna, S.M. and Davies, K.J.A.: The inhibition of bacterial growth by hypochlorous acid: possible role in the bactericidal activity of phagocytes. *J. Biochem.*, **254**, 685-692 (1988).
18. Park, H., Hung, Y.C. and Brackett, R.E.: Antimicrobial effect of electrolyzed water for inactivating *Campylobacter jejuni* during poultry washing. *Int. J. Food Microbiol.*, **72**, 77-83 (2002).
19. Park, C.M., Hung, Y.C., Doyle, M.P., Ezeike, G.O.I. and Kim, C.: Pathogen reduction and quality of lettuce treated with electrolyzed oxidizing and acidified chlorinated water. *J. Food Sci.*, **66**, 1368-1372 (2001).
20. Kim, C., Hung, Y.C., Brackett, R.E. and Lin, C.S.: Efficacy of electrolyzed oxidizing water in inactivating *Salmonella* on alfalfa seeds and sprouts. *J. Food Protect.*, **66**, 208-214 (2003).
21. Sampson, M. N.: Use of sterilox systems to enhance produce food safety, 2nd International Conference for Food Safety and Quality, San Francisco, CA, U.S.A., November (2007).
22. Burfoot, D.K., Hall, K., Brown, K. and Xu, Y.: Fogging for the disinfection of food processing factories and equipment, *Trends Food Sci. Technol.*, **10**, 205-210 (1999).
23. Park, G.W., Boston, D.M., Kase, J.A., Sampson, M.N. and Sobsey, M.D.: Evaluation of lipid and fog-based application of sterilox hypochlorous acid solution for surface inactivation of human norovirus. *Applied and Environ., Microbiol.*, **73**, 4463-4468 (2007).
24. Sampson, M.N.: Effectiveness of hypochlorous acid to decontaminate norovirus and avian influenza Hong Kong A strain on environmental surfaces. National Environmental Health Association Conference, Atlantic City, New Jersey, USA, June 21 (2007).

25. Lee, K.H. and Lim, H.K.: A study on the shelf-life extension of minimally processed carrot. *Korean J. Food Hyg. Safety.*, **23**, 330-337 (2008).
26. Park, Y.K., Jung, S.T., Kang, S.K., Cheun, K.S. and Park, I.B.: Production of a vinegar from onion. *Korean J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **27**, 75-79 (1999).
27. Chung, D.O. and Park, Y.K.: The study of softdrinks production and functional food in onions. *Korean J. Soc. Food Sci.*, **15**, 158-162 (1999).
28. Alzamora, S.M., Tapia, M.S., Lopez-Malo, A.: Minimally processed fruits and vegetables: Fundamental aspects and applications. Aspen Publishers Inc., Gaithersburg, MD, USA, pp. 1-97 (2000).
29. Yook, H.S., Kim, Y.H., Ahn, H.J., Kim, D.H., Kim, J.O. and Byun, M.W.: Rheological properties of wheat flour dough and qualities of bread prepared with dietary fiber purified from ascidian(*Halocynthia roretzi*) tunic. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **32**, 387-395 (2000).
30. Kee, J.H. and Park, Y.K.: Preparation and quality properties of extruded snack using onion pomace and onion. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **32**, 578-583 (2000).
31. Kamikanra, O. Fresh-cut fruits and vegetables: Science, Technology and Market. CRC Press LLC, Boca Raton, FL, USA, pp. 267-338 (2002).
32. Korea Food & Drug Administration: Food Index, Munyoung press (2007).
33. Lawless, H.T. and Heymann H.: Sensory evaluation of food. Chapman & Hall, NY, USA. pp. 232-238 (1998).
34. SAS: SAS User's Guide Statistics, 3th ed., Statistical Analysis System Institute, Cary, NC, USA (1998).
35. Rosen, H., Michel, B.R., Van-Devanter, D.R. and Hughes, J.P.: Differential effects of myeloperoxidase-derived oxidants on Escherichia coli DNA replication. *Infect. Immun.*, **66**, 2655-2659 (1998).
36. Han, J.E.: Chlorine dioxide of minimally processed produce preservation. *Bulletin of Food Tech.*, **22**, 445-461 (2009).
37. Hong, S.H., Lee, H.H. and Kim, D.M.: Effect of hot water treatment on storage quality of minimally processed onion. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **36**, 239-245 (2004).